
(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 20010062849 A
(43)Date of publication of application: 07.07.2001

(21)Application number:	20000086794	(71)Applicant:	APPLIED MATERIALS INC.
(22)Date of filing:	30.12.2000	(72)Inventor:	ABOOAMERI FARID
(30)Priority:	30.12.1999 US 1999 173818		AMANO JUN
			LIM VICENTE
			MARSTON DOUG
			MIRKARIMI LAURA
			SINGH KAUSHAL K.
			SIVARAMAKRISHNAN
			VISWESWAREN
			WADE CHRISTOPHER
			ZHAO JUN

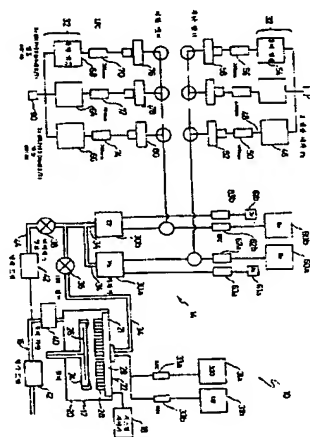
(51)Int. Cl C23C 16/18

(54) ORGANIC METAL CHEMICAL VAPOR DEPOSITION OF LEAD TITANATE ZIRCONATE FILM

(57) Abstract:

PURPOSE: A method and device for organic chemical vapor deposition of a lead titanate zirconate (PZT) film onto a substrate is provided.

CONSTITUTION: The method for forming PZT film on a substrate includes the steps: (i) vaporizing lead bis (tetramethylheptane dionate), zirconium bis (tetramethylheptane dionate) bis (isopropoxyl) and titanium bis (tetramethylheptane dionate) bis (isopropoxyl); (ii) introducing the vaporized lead bis (tetramethylheptane dionate), zirconium bis (tetramethylheptane dionate) bis (isopropoxyl) and titanium bis (tetramethylheptane dionate) bis (isopropoxyl) into a chamber. The device includes the CVD chamber (12) which has a gas distributor (22) and a substrate support (24), vaporizers which are fluid connected to the gas distributor of the CVD chamber and include respective control temperature controllers, a gaseous oxygen source which is fluid connected to the gas distributor of the CVD chamber and precursor sources which are fluid connected to the vaporizers and include Pb(thd)₂ and Zr(OiPr)₂(thd)₂ and Ti(OiPr)₂(thd)₂.



© KIPO 2002

Legal Status

Final disposal of an application (application)

특2001-0062849

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
C23C 16/18

(11) 공개번호 특2001-0062849
(43) 공개일자 2001년07월07일

(21) 출원번호 10-2000-0086794
(22) 출원일자 2000년12월30일
(30) 우선권주장 60/173,818 1999년12월30일 미국(US)
(71) 출원인 어틀라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드 조셉 제이. 스위니
미국 95054 캘리포니아 샌프란시스코 바우어스 애브뉴 3050
(72) 발명자 웨이드, 크리스토퍼
미국95032캘리포니아로스가토스오카로드#9814930
시바라마크리산, 비스웨스와렌
미국95051캘리포니아산타클라라어거스트플레이스2223
싱그, 카우샬, 케이.
미국95051캘리포니아산타클라라센라파엘애브뉴2118
아부아메리, 패리드
미국95051캘리포니아산타클라라페퍼트리레인#1914900
미르카리미, 로라
미국94588캘리포니아서늘힐케어로드2155
아마노, 준
미국94010캘리포니아앨스보러프렌드파일드웨이740
자오, 준
미국95014캘리포니아쿠퍼티노리치크리크씨티11764
마르스톤, 도우그
미국94306-3331캘리포니아팔로알토엘카미노리얼#2639080
팀, 비센트
미국94560캘리포니아뉴악메이휴스런딩로드5837
(74) 대리인 남상선

심사청구 : 없음

(54) 지르코늄 산염 티탄 산납 필름의 유기금속 화학기상증착

요약

기판 상에 지르코늄 산염 티탄 산납의 유기금속 화학기상증착에 적합한 방법 및 장치가 제공된다. PZT 필름을 형성하기 위한 방법은 기화시키는 단계와, 기화된 납 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트), 지르코늄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시) 및 티탄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시)를 챔버로 도입하는 단계로 구성된다. 장치는 가스 분배 시스템과 기판 지지체를 갖는 CVD 챔버와, 상기 CVD 챔버의 가스 분배 시스템에 유체소통식으로 연결된 하나 이상의 기화기와, 상기 CVD 챔버의 가스 분배 시스템에 유체소통식으로 연결된 산소가스 소스와, 상기 하나 이상의 기화기에 유체소통식으로 연결되고, $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 으로 구성되는 하나 이상의 전구체 소스로 이루어진다.

도표도

도1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 화학기상증착(CVD) 시스템(10)을 예시하는 개략도.

도 2는 기화기(100)의 단면도.

도 3은 PZT 필름에서 Zr/Ti 비율에 따른 기판 온도의 영향을 예시하는 그래프.
 도 4는 세 개의 기화기를 합체한 CVD 시스템(400)을 예시하는 개략도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *

- | | |
|-----------------|----------------|
| 10 : 화학기상증착 시스템 | 12 : CVD 챔버 |
| 14 : 가스 전송 시스템 | 16 : 배기 시스템 |
| 18 : 시스템 제어기 | 22 : 가스 분배 시스템 |
| 24 : 기판 지지 부재 | 26 : 히터 |

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 화학기상증착에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 지르콘산염 티탄산납 필름(lead zirconate titanate film)의 유기금속 화학기상증착에 관한 것이다.

집적회로(IC)의 증가 추세 밑도는 256 MB 및 1 GB DRAMs를 형성하기 위한 캐패시터와 같은 전자장치에 사용될 수 있는 고유전율을 갖는 재료의 필요성을 요구한다. 유기금속 화합물과 같은 고유전율 재료를 포함하는 캐패시터(capacitor)는 IC 제작에서 선택재료로 형성하는 표준 $SiO_2-Si_3N_4-SiO_2$ 보다 큰 캐패시턴스 밀도(capacitance density)를 갖는다.

초대형 규모의 집적된(ULSI) DRAMs에 사용하기 위한 재료로서 관심이 증가하는 하나의 유기금속 화합물은 고유전율을 특성 때문에 지르콘산염 티탄산납(PZT)이다. PZT를 증착시키기 위해 종래 사용된 증착기술은 RF 마그네트론 스퍼터링, 레이저 용융(laser ablation), 플-겔 프로세스, 및 유기금속 재료의 화학기상증착(CVD)을 포함한다.

지르콘산염 티탄산납($PbZr_{1-x}Ti_xO_3$) 박막 및 이와 관련된 박막은 반도체 캐패시터 및 다른 집적회로 장치용 강유전체(ferroelectric) 박막으로서 사용될 수 있다. PZT 박막은 유기금속 전구체 소스(source), 예를 들어 납 소스, 지르코늄 소스 및 티탄 소스로부터 준비되고, 유기금속 화학기상증착(MOCVD) 프로세스는 PZT 박막의 생산과 같은 화합물 반도체의 박막을 성장시키기 위한 바람직한 하나의 기술이다. 실질적으로, MOCVD는 박막을 증착시키기 위하여 하나 이상의 액상 또는 고상 유기금속 전구체를 기화시키는 단계와, 열 또는 플라즈마에 의해 증기를 분해하는 단계를 포함한다.

유기금속 전구체는 PZT 박막의 요구된 특성 및 품질을 얻기 위해 선택된다. 유기금속 전구체가 구비하여야 하는 몇가지 일반적인 조건들이 설명된다. 먼저, 유기금속 전구체는 낮은 예열온도에서 용이하게 기화될 수 있어야 하지만 상기 예열온도에서 안정적으로 잔존해야 한다. 둘째, 기화온도와 분해온도의 차이는 제어된 증착기술을 촉진할 정도로 충분히 커야한다. 셋째, 유기금속 전구체는 대기에 함유된 습기에 의해 분해되거나 또는 변경되어서는 안된다. 마지막으로, 유기금속 전구체는 분위기 친화성이거나 또는 비독성이거나 해야 한다.

PZT 박막을 준비하기 위해 유용한 다양한 유기금속 전구체 중에서, 유기금속 Ti 전구체 및 유기금속 Pb 전구체는 상대적으로 낮은 온도에서 상대적으로 잘 발달되고 기화된다. 이와는 반대로, 유기금속 Zr 전구체는 매우 흡습성이거나 또는 기화하기에 어렵다는 단점이 있다.

종래에는, PZT 박막용 지르코늄 전구체 소스로서 보통 사용되는 것이 테트라(2,2',6,6'-테트라메틸-3,5-헵타디온) 지르코늄[이하, 'Zr(thd)₄'라 칭함]이다. 기화되고 휘발된 'Zr(thd)₄'는 300°C 이하의 온도에서 분해없이 양호한 내습성 및 탁월한 열안정성을 나타낸다. 그러나, PZT 박막용 'Zr(thd)₄' 소스는 Pb 및 Ti 전구체 소스의 기화온도보다 높은 기화온도를 갖는다. 예를 들어, 'Zr(thd)₄'는 약 280°C 내지 320°C의 기화 온도에서 기화되는 반면 'Pb(thd)₄'와 같은 Pb 전구체는 약 170°C 내지 190°C의 기화 온도에서 기화되고, 'Ti(OiPr)₄(thd)₄'와 같은 Ti 전구체는 약 130°C 내지 250°C의 기화 온도에 기화된다. Zr 소스와 다른 소스 사이의 기화점에서의 편이 크기때문에, 기화된 Pb, Ti 및 Zr 전구체가 반응기(reactor)로 진입하기 직전에 혼합되는 예비혼합 챔버 또는 예비가열 튜브의 온도를 제어하는 것이 어렵다. 예를 들어, 예열 온도가 Pb 또는 Ti 전구체에 적합하게 제어되면, 'Zr(thd)₄'의 기상은 챔버로 진입하기 전에 고화되는 경향이 있다. 반대로, 예열 온도가 Zr 전구체에 적합하게 상승되면, Pb 및 Ti 전구체는 반응기로 진입하기 전에 분해되거나 변경되는 경향이 있다. 또한, 250°C 이상의 고온으로 예열하는 것은 버블러(bubbler) 또는 밸브 밀봉에 적합한 재료의 선택을 제한시킨다. 결론적으로, 'Zr(thd)₄'는 PZT 필름의 증착용 전구체로서 사용되기에 많은 단점을 갖는다.

기화온도 차이에 의해 내포된 문제점 이외에, 종래 PZT 전구체는 상업적 생산요구를 만족시키는 증착된 PZT 필름에 결합효율을 제공하지 못하여, 재료의 과도한 낭비를 발생시킨다. 또한, 종래의 PZT 전구체는 상업적 생산에 만족스러운 증착속도와 생산량을 제공하지 못했다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 세 가지 모든 요소(Pb, Zr, Ti)에 적합한 결합효율을 개선시키고, Pb, Zr 및 Ti 전구체에 적합한 유사하거나 공통의 기화온도를 사용하는 기판 상의 지르콘산염 티탄산납(PZT) 필름의 유기금속 화학기상증착을 수행하기 위한 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 또한, 본 발명의 다른 목적은

증착속도, 생산을 및 재료 곁합효율과 같은 상업적 생산요구를 만족시키는 PZT 필름 형성에 적합한 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 기판 상에 지르콘산염 티탄산납 필름의 유기금속 화학기상증착에 적합한 방법 및 장치를 제공한다.

본 발명의 일특징은 납 비스(lead bis) (테트라메틸 헵타네디오네이트; tetramethyl heptanedionate), 지르코늄 비스(zirconium bis) (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시; isopropoxy) 및 티탄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시)를 기화시키는 단계와, 기화된 납 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트), 지르코늄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시) 및 티탄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시)를 챔버로 도입하는 단계로 이루어져, 유체소통식으로 연결된 하나 이상의 기화기를 갖는 화학기상증착 챔버 내에서 기판 상에 PZT 필름을 형성하기 위한 방법을 제공한다.

본 발명의 다른 특징은 가스 분배 시스템 및 기판 지지체를 갖는 CVD 챔버와, CVD 챔버의 가스 분배 시스템에 유체소통식으로 연결된 산소가스 소스와, 상기 하나 이상의 기화기에 유체소통식으로 연결된 하나 이상의 전구체 소스로 구성되고, 상기 하나 이상의 전구체 소스는 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 으로 이루어져서 기판 상에 PZT 필름을 형성하기 위한 장치를 제공한다.

본 발명의 다른 특징은 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 과 용매로 이루어져서 챔버 내의 기판 상에 PZT 필름을 형성하기 위한 기화성 전구체를 제공한다.

본 발명의 상기 인용된 특징, 장점 및 목적이 얻어지는 방식은 첨부도면에서 예시하는 실시예를 참조하여 상술된 간단히 요약된 본 발명의 특정 설명을 상세히 이해할 수 있도록 한다.

그러나, 첨부도면은 본 발명의 전형적인 실시예를 단지 예시하기 때문에 본 발명이 다른 등가의 효과적인 실시예에 허용하기 위한 요지의 제한을 고려하지 않는다.

도 1은 화학기상증착(CVD) 시스템(10)을 개략적으로 예시한다. CVD 시스템의 예는 캘리포니아주 산타 클라라에 소재하는 어플라이드 머티어리얼로부터 입수가 가능한 기가-캠 섀틀러 시스템이다. CVD 시스템(10)은 CVD 챔버(12)와, 가스 분배 시스템(14)과, 배기 시스템(16)과, 시스템의 모든 구성부품의 작동을 제어하는 시스템 제어기(18)를 포함한다. CVD 챔버(12)는 챔버본체(20)와, 가스 분배 시스템(22)을 갖는 챔버뚜껑(21)과, 기판 지지부재(24)를 포함한다. 기판 지지부재(24)는 세라믹 또는 알루미늄 질화물(AlN)으로 구성되고, 상기 기판 지지부재 내면에 배치된 저항 발열 코일과 같은 히터(26)를 포함하고, 진공 척 또는 정전기 척과 같이 기판을 견고하게 보유하기 위한 기판 척킹(chucking) 기구를 포함한다. 가스 분배 시스템(22)은 사위식 가스 분배기와 같이 기판 지지 부재(24) 상에 배치된 기판 위에 균일한 진행가스 분배를 제공하기 위한 분배기(28)를 포함한다. 저항 발열 코일 및/또는 열유체 채널과 같은 온도 제어시스템(29)은 상기 뚜껑에 배치되고 가스 분배 시스템(22)에 열소통식으로 연결된다. 상기 온도 제어시스템은 소정 범위의 전체 프로세스 내에서 가스 분배 시스템(22)의 온도를 제어한다. 가스 분배 시스템(22)은 가스 전송 시스템(14)에 유체소통식으로 연결된다. 가스 분배 시스템(22)은 또한 추가 MFC를 통해 추가 가스 소스에 유체소통식으로 연결된다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이, 가스 분배 시스템(22)은 챔버를 향한 개별적인 가스의 유속을 제어하는 MFC(33a, 33b)를 통해 N_2O 소스(31a)와 O_2 소스(31b)에 연결된다. 대체적으로, O_2 소스(31b)는 오존(O_3) 소스(31b)로 대체될 수 있다. 산소유체로서 챔버로 도입된 가스는 N_2O , O_2 , O_3 또는 O_2 또는 O_3 와 N_2O 의 조합을 포함한다.

가스 전송시스템(14)은 하나 이상의 기화기(30a, 30b)와, 하나 이상의 기화기(30a, 30b)에 연결된 하나 이상의 액체 전구체 소스(32)와, 상기 기화기의 기상 배출물을 CVD 챔버(12)의 가스 분배 시스템(22)에 미송하기 위한 하나 이상의 유체 연결라인(34)을 포함한다. 이소밸브(36; isovalve)와 같은 하나 이상의 밸브는 하나 이상의 유체 연결라인(34) 상에 배치되어 CVD 챔버(12)의 가스 분배 시스템(22)으로 유동하는 가스량을 제어한다. 하나 이상의 기화기(30a, 30b)의 배출물은 배기 시스템(16)에 연결된 우회라인(44) 상에 배치된 우회밸브(38)에 연결된다.

배기 시스템(16)은 CVD 챔버(12)로부터 가스를 배기시키고 챔버 내의 진공수준을 유지하도록 연결된 터보 분자 펌프와 같은 하나 이상의 진공펌프(40)를 포함한다. 하나 이상의 진공펌프(40)는 게이트 밸브와 같은 밸브를 통해 가스 흡구 또는 배출구에 연결된다. 하나 이상의 콜드 트랩(42; cold trap)은 배기 라인 상에 배치되어 챔버로부터 배기된 특정 가스를 제거하거나 용축시킨다. 하나 이상의 콜드 트랩(42)은 우회밸브(38)와 상기 배기 시스템쪽 연결부 사이의 우회 라인(44) 상에 배치된다.

본 발명의 일실시예에서, 도 1에 도시된 바와 같이, 2개의 기화기(30a, 30b)는 PZT용 전구체를 기화시키기 위해 사용된다. 제1기화기는 Pb 전구체를 기화시키는 반면 제2기화기는 Zr 전구체와 Ti 전구체를 기화시킨다. Pb 전구체는 납 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트), 즉 $Pb(thd)_2$ 로 구성된다. Zr 전구체는 지르코늄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시), 즉 $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 로 구성된다. Ti 전구체는 티탄 비스 (테트라메틸 헵타네디오네이트) 비스 (이소프로폭시), 즉 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 로 구성된다. 전구체의 농도는 0.01M(몰) 내지 약 1M, 바람직하게는 약 0.1M 내지 약 0.5M 정도이다. 비록 2개의 기화기가 도 1의 실시예에 적합하게 도시되지만, 본 발명은 3개 전구체 모두를 기화시키기 위한 단일 기화기를 사용하는 것에 숙점을 둔다. 마찬가지로, 도 4에 도시된 바와 같이, 하나의 기화기는 각각의 전구체(예를 들어, Pb 전구체용 하나의 기화기, Zr 전구체용 하나의 기화기, Ti 전구체용 하나의 기화기)에 적합하게 제공된다.

Pb 전구체는 액체 전송라인(48)을 통해 기화기(30a)에 연결된 앵플(46)에 제공된다. 액체 유량

제어기(LFC)(50)는 액체 전송라인(48) 상에 배치되어 기화기로 유동하는 전구체 액체의 유속을 제어한다. 섷오프 밸브(52)는 액체 전송라인 상에 배치되어 필요할 때 역류를 차단하거나 또는 전구체 유동을 중지시킨다. Pb 앰플에 부가하여, 제1용매 앰플(54)은 Pb 앰플과 유사한 형태로, LFC(56)와 섷오프 밸브(58)와 함께 기화기에 유체소통식으로 연결된다. 하나 이상의 푸시 가스 소스(90)(하나 도시됨)는 Pb 앰플과 제2용매 앰플에 연결되어 푸시가스 압력(예를 들어, 약 20psi 내지 200psi)을 앰플 내의 전구체 또는 용매액체에 인가한다.

마르곤(Ar) 및/또는 헬륨(He)과 같은 제1운반 가스 소스[즉, 운반 가스(A)](60a, 60b)는 가스 전송라인을 통해 기화기(30a, 30b)에 연결되고, 질량 유동 제어기(mass flow controller; MFC)(62a, 62b)는 가스 전송라인 상에 배치되어, 운반 가스의 유량을 제어한다. 제2운반 가스 소스[즉, 운반 가스(B)](61a, 61b)는 MFC(63a, 63b)를 통해 기화기(30a, 30b)에 각각 연결된다. 운반 가스 소스는 아르곤, 헬륨, 크세논, 크립톤 또는 질소와 같은 가스를 운반 가스(A) 및 운반 가스(B)로서 제공한다. 액체 및 가스 전송라인은 PTFE와 같은 낮은 마찰계수를 갖는 재료로 제작되어 높은 유동속도를 허용한다. 본 발명은 기술분야에 공지되고 전형적인 액체 및 가스 전송 시스템으로 사용되는 버블러, 디가서(degasser), 섷오프 밸브 및 다른 장치와 같은 다른 기구를 사용하는 것을 고려한다.

Zr 전구체 앰플(64), Ti 전구체 앰플(66) 및 제2용매 앰플(68)은 액체 전송라인을 통해 제2기화기(30b)에 유체소통식으로 연결된다. 각각의 앰플은 앰플로부터 유속을 제어하는 LFC(70, 72, 74)와 섷오프 밸브(76, 78, 80)를 통해 액체 전송라인에 연결된다. 하나 이상의 푸시 가스 소스(90)(하나 도시됨)는 Zr 앰플, Ti 앰플 및 제2용매 앰플에 연결되어 상기 앰플 내의 전구체 및 용매액체에 푸시 가스 압력(예를 들어, 20psi 내지 200psi)을 제공한다.

기화기(30a, 30b)의 가스 출구는 연결되고, 제1 및 제2기화기로부터 기화된 전구체는 좁은 연결부에 결합되고, 이 후에 마이소밸브(36)를 통해 CVD 챔버(12)로 유동하거나 또는 우회밸브(38)를 통해 배기 시스템(16)으로 유동한다. 챔버로 유동하는 기화된 전구체는 가스 분배기(28)를 통해 프로세스 구역으로 도입되고 기판 지지부재(24) 상의 기판으로 증착한다. 기판 지지 부재(24)는 약 100 mil 내지 약 800 mil, 바람직하게는 약 500 mil 내지 600 mil 정도 사이의 거리로 가스 분배기(28)로부터 이격된다. 챔버 압력은 약 0.1 토르 내지 약 100 토르, 바람직하게는 약 1토르 내지 10토르에 유지된다.

예로서, Pb 전구체는 R 유동의 0.25M Pb(thd)₂로 구성되는 반면, Zr/Ti 전구체는 R 유동의 0.060M Zr(OiPr)₂(thd)₂ + 0.040M Ti(OiPr)₂(thd)₂ 과 R 유동의 0.020M Zr(OiPr)₂(thd)₂ + 0.080M Ti(OiPr)₂(thd)₂ 으로 구성되고, 여기에서, R은 8:2:1의 THF:IPA:PMDETA(여기서, 테트라하이드로퓨란은 THF이고, 이소프로필 알콜은 IPA이고, 펜타메틸 디에틸렌트리아민은 PMDETA임)으로 이루어진 용매를 나타낸다.

발명자들은 유기성 스트레이트-체인 탄화수소(예를 들어, 옥탄, 헵탄, 데칸, 헥산 등), 아로마틱 탄화수소(예를 들어, 벤젠, 톨루엔, 싸이클렌 등), 에테르(예를 들어, 디에틸 에테르, 이메틸 에테르, 등), 싸이클릭 에테르(예를 들어, 테트라하이드로퓨란 등), 케톤(예를 들어, 아세톤, 포르말디하이드 등) 또는 알콜(예를 들어, 이소프로판올, 에탄올, 메탄올 등)을 포함하는 다양한 용매를 기대한다. 용매는 EDTA, 에틸렌에디아민, PMDETA 등과 같은 용매 첨가제 또는 안정화/복합체 시료를 포함한다. 일 실시예에서, 옥탄 또는 테트라하이드로퓨란 및 임의적으로 첨가된 이소프로필 알콜 및 PMDETA와 같은 안정화 시료를 포함한다.

발명자들은 기화기가 이상적인 등온 시스템 온도에 실질적으로 유지된다면 증착 층 균일도는 향상될 수 있고 가스 전송 시스템의 유지비를 저하시킬 수 있다는 것을 인식한다. 기화기(100)는 이상적인 등온 시스템 온도 하에서 냉각시킴으로써 주요 밀봉체를 보호하도록 작용하는 열적 제어 특징을 포함하는 다수의 능동 및 수동 열적 제어 시스템을 합체시킨다. 냉각은 기화기를 통해 유동하는 화학 유체(액체 및/또는 가스)에 노출된 기화기 구성부품에서 상당한 온도 변동 및 기화기를 포함하지 않고 그리고 과도한 냉각 및 가열 동력 손실없이 달성된다.

도 2는 기화기(100)의 단면도이다. 제1 및 제2기화기(30a, 30b)로 나타나는 기화기(100)는 입력 매니폴드(102), 냉각헤드(104), 상부블록(108) 및 하부블록(110)을 포함하는 주요 본체(106)를 포함한다. 입력 매니폴드(102)는 기화기(100)의 상단부에 체결되고, 모세관 튜브와 같은 주입부재(114)가 동축으로 배치된 입구(112)를 제공한다. 주입부재(114)는 [도 1에 도시된 바와 같이, 앰플(46, 54, 64, 66, 68)과 같은] 하나 이상의 액체 전구체 앰플과 [도 1에 도시된 바와 같이, 60a, 60b와 같은] 운반 가스(A) 소스에 연결된다.

냉각헤드(104) 및 상부블록(108)은 헤드(104)와 상부블록(108) 상에 각각 형성된 인접하는 플랜지(120, 122)에서 결합된다. 유사하게, 상부블록(108)과 하부블록(110)은 상부블록(108)과 하부블록(110) 상에 각각 한정된 플랜지(124, 126)에서 결합된다. 플랜지(120, 122, 124, 126)는 KF 클램프와 같은 클램프(128)를 수용하여 작동동안 다양한 기화기 구성부품을 보유하도록 채택된다. 플랜지(120, 124)에 각각 배치된 O-링 밀봉체(130, 132)는 블록(108, 110)과 냉각헤드(104)의 경계면에서 용접 밀폐(hermetic seal)를 제공한다. O-링(130, 132)은 헬리코플렉스로부터의 알루미늄 델타 밀봉체와 같은 많은 고온 금속-대-금속 밀봉체이다.

하나 이상의 냉각 채널(134)은 헤드(104)에 배치되어 O-링 밀봉체(130)와 유입하는 액체 전구체를 활발하게 냉각시킨다. 열교환 유체(예를 들어, 물, 에틸렌 글리콜, 실리콘 오일 등)는 채널(134)을 통해 순환하여 O-링 밀봉체(130)에서 열을 제거한다. 임의적으로는, 다른 냉각 채널(도시하지 않음)이 O-링 밀봉체(132)에 인접한 주요 본체(106)에 배치된다. 열전도를 최대화시키기 위하여, 냉각 헤드는 알루미늄 또는 몇몇 다른 열전도체로 바람직하게 제작된다. 비록 도 2에는 도시하지 않았지만, 열전쌍은 기화기(100)의 상단부에서 작동 온도를 측정하기 위하여 슬롯(222)에 배치될 수 있다. 분산/운반 가스 도관(135)은 냉각 헤드(104)에 형성되어 상부블록(108)의 상부에 형성된 리세스(137)까지 연장한다. 주입라인(도시하지 않음)은 [도 1에 도시된 바와 같이 61a, 61b와 같은] 운반 가스(B) 소스를 분산/운반 가스 도관(135)에 연결하여 분산/운반 가스를 그곳에 제공한다. 냉각 헤드(104)는 주입부재(114)가 나사 슬리브(138)에 의해 배치되고 고착되는 동심원상에 형성된 입구 보어(136)를 제공한다. 주입 부재(114)는 상부블록(108)의 목부(142; neck)를 통해 수직으로 연장하고 목부(142)의 하단부에서 종단하는 가스

통로(140)에 의해 동심원상으로 수용된다. 주입부재(114)의 외주면 주위에 배치된 동심원상의 가스 통로(140)는 기하학적 형상이고 하나 이상의 분산가스를 주입부재(114)의 틈부 또는 노즐(144)까지 미송 하도록 채택된다. 바람직하게는, 동심원상의 가스 통로(140)와 주입 부재(114)는 마찰계수를 저하시키고 클로킹(clogging)을 방지하기 위해 PTFE로 제작된다.

동심원상의 가스 통로(140)는 대각선상으로 좁은 상단부와 대각선상으로 넓은 하단부를 갖는 절두원추형 표면으로 도시된 주요 기화구역(146)까지 연장한다. 주요 기화구역(146)은 유체가 증착될 수 있는 크고 바람직하게는 완전한 가열된 표면적을 제공한다. 봉쇄기(148; blocker)는 주요 기화구역(146)의 하단부와 정렬된 확장된 기화면적을 제공한다. 봉쇄기(148)는 알루미늄 또는 몇몇 다른 열전도체로 제작되고, 다수의 고전도성 채널(150)로 구성된다. PALL로부터 입수가 가능한 것과 같이 상업적으로 입수가 가능한 필터(152)는 봉쇄기(148) 하부와 고전도성 채널(150) 상부 사이에 배치된다. 필터(152)는 하부블록(110)의 환형 건부(154) 상에 안착되고 상부블록(108)에 의해 위로부터 부착되며, 이에 의해서 두개의 블록(108, 110)을 체결해제시킴으로써 주기적인 교환을 허용한다. 필터(152)는 PALL로부터 입수가 가능한 것과 같이 상업적으로 입수가 가능한 다수의 필터일 수 있다. 이러한 배열은 기화기(100)에서 짧은 동조시간 동안 큰 전도성을 제공하고 또한 증기 유동경로의 검사 및 세정을 가능하게 한다.

바람직하게는 스테인레스 스틸로 제작된 블록(108, 110)은 블록(108, 110)을 둘러싸는 하나 이상의 가열 요소(156)(카트리지로 도시됨)에 의해 발생된 열에너지의 보유 및 전송에 적합한 상대적으로 큰 열중량을 제공하고, 이에 의해서 기화표면 뿐만 아니라 하향흐름에서 최적의 등온 온도를 확보한다. 히터(156)는 리센터(158)에 활주식으로 수용되고 정비 및 수리를 위해 선택적으로 제거된다. 가열요소(156)는 약 1000W 내지 3000W 정도의 전체 열동력을 블록(108, 110)에 전달하고 종래 PID 제어기(도시하지 않음)에 의해 최적의 등온 온도에 주요 본체(106)를 유지하도록 제어된다. 제어기는 가열된 기화표면에 인접한 블록(108, 110)의 적어도 하나, 바람직하게는 두개로 배치된 열전쌍(도시하지 않음)에 연결된다.

모든 기화기 구성부품은 분해, 정비 및 교체를 용이하게 일체식으로 설계된다. 각각의 구성부품은 개별적으로 수리되거나 교환될 수 있는 독립 유닛으로 구성된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 기화기(100)는 6 개의 주요 구성부품, 즉 입력 매니폴드(102), 냉각 헤드(104), 상부블록(108), 하부블록(110), 가열 요소(156), 필터(152) 및 봉쇄기(148)로 구성된다. 상술된 바와 같이, 상부블록(108) 및 냉각 헤드(104)는 KF 클램프로 선택적으로 체결된다. 상부블록(108)은 하부블록(110)에 유사하게 체결된다. 따라서, 주기적으로 교환되어야 하는 필터(152)와 주기적으로 청소되어야 하는 봉쇄기(108)는 하부블록(110)으로부터 상부블록(108)을 체결해제시킴으로써 제거된다. 블록(108, 110)이 KF 클램프에 의해 체결되지만, VCR 피팅과 같은 다른 체결 조립체가 사용되는 것이 유익하다.

작동시, 액체 전구체는 주입부재(114)(바람직하게는 2 ~ 20 mil 내경)를 통해 주요 기화구역(146) 바로 위의 지점까지 전송된다. 일 실시예에서, 운반 가스(A)는 기화기에 제공되지 않는다. 대안으로, 운반 가스(A)는 전구체 액체와 함께 기화기에 제공될 수 있다. 액체가 노즐(144)로부터 배출되어 높은 노즐 속도를 갖는 액체 제트로써 주요 기화구역(146)에 유입할 수 있도록 야기시키는 충분히 높은 유속으로 공급된다. 유량계 또는 LFC(도 1에 도시됨)는 액체 전구체와 용매 혼합물의 유량 및 유속을 제어하도록 사용될 수 있다. 액체의 유속은 푸시 가스 소스(90)에 의해 제공된 압력과 관련하여 전형적으로 유량계 또는 도 1에 도시된 LFC와 같은 유량 제어기에 의해 제어된다. 기술분야에 숙련된 당업자에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 액체 전구체의 유동속도는 기화기(100)로 유입하는 운반 가스의 유속에 의해 독립적으로 제어된다.

마르곤 또는 헬륨과 같은 [운반 가스 소스(B)로부터] 하나 이상의 분산/운반 가스는 분산/운반 가스 도관(135)을 통해 전송되고 주입 부재(114) 주위에 동심원상으로 유동하며 액체 방울이 노즐(144)에 형성되어 주입 부재(114)의 외부 실린더 위로 이동하는 것을 방지한다. 노즐(144)의 수준에서, 분산/운반 가스는 주입 부재(114)로부터 분사하는 액체 전구체 혼합물을 픽업하고 상기 혼합물을 액체 전구체가 기화되는 주요 기화구역(146)으로 운반한다. 초기의 '플래쉬' 기화의 최적화를 허용하기 위하여, 주입 부재 노즐(144)과 주요 기화 구역(146) 사이의 간격은 바람직하게 조정가능하다. 액체방울의 '가열팬' 상에 먼스 효과를 회피하기 위한 플래쉬 기화의 조정은 가스와 액체 전구체 혼합물의 유속을 조정함으로써 얻어진다. 기화된 전구체는 이 후에 봉쇄기(148)에 형성된 다수의 고전도 채널(150)을 통해 미송된다. 봉쇄기(148)는 기화되지 않은 액체를 수집함과 동시에 이들을 필터(152)로 안내하는 2단 기화기로서 작용한다. 필터(152)는 기화되지 않은 액체를 포집한다. 이것은 액체가 기화기(100)를 통과하여 챔버(12; 도 1에 도시됨)로 유동하는 것을 방지한다. 이 후에, 최종적인 증착 가스는 증착 챔버(12)로 전송하기 위한 기화기 출구(153)를 통과한다. 넓은 출구(153)는 전구체 증기가 기화기(100)로부터 챔버(12)로 용이하게 미송되도록 대형 용량에 적합하게 설계된다.

액체 혼합물의 경로의 전체이지만 최종적으로 짧은 부분은 냉각 채널(134)로 구성되는 열적 쇼크 구조와 묵부에 의해 다른 상향 기화기 구성부품으로부터 주요 본체(106)의 물리적 분리 에 의해 상대적으로 저온(예를 들어, PZT의 경우 약 170°C 내지 220°C)을 유지된다. 상기 열적 쇼크는 기화기(100)의 상부를 가열 요소(156)에 의해 발생된 열로부터 격리시키고 다른 시스템 구성부품 상에서 상당한 열악한 냉각 효과를 유발시키지 않고 열손실 및 냉각 소스의 발생을 방지한다. 특히, 설계는 주요 본체(106)가 최적의 등온 온도(예를 들어, PZT 전구체의 경우 약 170°C 내지 220°C)에 유지되도록 한다.

표 1은 PZT 필름을 형성하기 위한 프로세싱 매개변수 범위를 나타낸다. 표 2는 PZT 필름을 형성하기 위한 바람직한 프로세싱 매개변수 범위를 나타낸다. 표 3은 프로세싱 매개변수 값의 예를 나타낸다.

[표 1]

PZT 필름을 형성하기 위한 프로세싱 매개변수 범위

프로세스 매개변수	범 위
캐리어 가스	아르곤, 헬륨, 크세논, 네온, 크립톤, 또는 질소
Pb 전구체용 제1기화기에서 운반가스 유동량	100 ~ 1000 sccm
Zr/Ti 전구체용 제2기화기에서 운반가스 유동량	100 ~ 1000 sccm
He 푸시 가스 압력	20 ~ 200 psi
산소 유동량	100 ~ 3000 sccm
Pb(thd) ₂ 농도	0.01 ~ 1 M
Zr(OiPr) ₂ (thd) ₂ 농도	0.01 ~ 1 M
Ti(OiPr) ₂ (thd) ₂ 농도	0.01 ~ 1 M
Pb(thd) ₂ 유속	10 ~ 500 mg/min
Zr(OiPr) ₂ (thd) ₂ 유속	10 ~ 500 mg/min
Ti(OiPr) ₂ (thd) ₂ 유속	10 ~ 500 mg/min
용매	유기성 스트레이트-체인 탄화수소; 아로마틱 탄화수소; 에테르, 싸이클릭 에테르, 케톤 또는 알콜
용매 첨가제	EDTA, PMDETA와 같은안정화/복합 시료
Pb 기화기/매니폴드 온도	100 ~ 300 °C
Zr/Ti 기화기/매니폴드 온도	100 ~ 300 °C
재킷/뚜껑 온도	100 ~ 300 °C
미송통과 온도	100 ~ 300 °C
기판 지지 부재 온도	300 ~ 800 °C
기판 온도	250 ~ 740 °C
샤워헤드/기판 지지 부재 간격	100 ~ 800 mils
챔버 압력	0.1 ~ 100 Torr
Pb/(Zr + Ti) 필름 증착속도	1.00 ~ 1.30
Zr/(Zr + Ti) 필름 증착속도	0.05 ~ 0.95

[표 2]

PZT 필름을 형성하기 위한 바람직한 프로세싱 매개변수 범위

프로세스 매개변수	범 위
캐리어 가스	아르곤 또는 헬륨
Pb 전구체용 제1기화기에서 운반가스 유동량	100 ~ 500 sccm
Zr/Ti 전구체용 제2기화기에서 운반가스 유동량	100 ~ 500 sccm
푸시 가스 압력	40 ~ 80 psi
산소 유동량	300 ~ 700 sccm
Pb(thd) ₂ 농도	0.1 ~ 0.5 M
Zr(OiPr) ₂ (thd) ₂ 농도	0.1 ~ 0.5 M
Ti(OiPr) ₂ (thd) ₂ 농도	0.1 ~ 0.5 M
Pb(thd) ₂ 유속	50 ~ 200 mg/min
Zr(OiPr) ₂ (thd) ₂ 유속	50 ~ 200 mg/min
Ti(OiPr) ₂ (thd) ₂ 유속	50 ~ 200 mg/min
용매	이소프로판 알콜 및 PMDETA와 같은 안정화 시료가 임의적으로 첨가된 옥탄 또는 테트라하이드로퓨란
Pb 기화기/매니폴드 온도	180 ~ 220 °C
Zr/Ti 기화기/매니폴드 온도	180 ~ 220 °C
재킷/뚜껑 온도	180 ~ 220 °C
미송통과 온도	180 ~ 220 °C
기판 지지 부재 온도	550 ~ 700 °C

기판 온도	500 ~ 600 °C
샤워헤드/기판 지지 부재 간격	250 ~ 500 mils
챔버 압력	1 ~ 10 Torr
Pb/(Zr + Ti) 필름 증착속도	1.00 ~ 1.20
Zr/(Zr + Ti) 필름 증착속도	0.2 ~ 0.7

[표 3]

PZT 필름을 형성하기 위한 프로세스 매개변수 값의 예

프로세스 매개변수	값
Pb 전구체용 제1기화기에서 He-B 유동량	250 sccm
Zr/Ti 전구체용 제2기화기에서 He-B 유동량	250 sccm
He 푸시 가스 압력	60 psi
산소 유동량	1000 sccm
R 유동에서 0.25M Pb(thd) ₂ PMDETA	140 mgm
R 유동에서 0.060M Zr(OiPr) ₂ (thd) ₂ + 0.040M Ti(OiPr) ₂ (thd) ₂	123 mgm
R 유동에서 0.020M Zr(OiPr) ₂ (thd) ₂ + 0.080M Ti(OiPr) ₂ (thd) ₂	53 mgm
R 용매	8:2:1 THF:IPA:PMDETA
Pb 기화기/매니폴드 온도	180 °C
Zr/Ti 기화기/매니폴드 온도	210 °C
재킷/뚜껑 온도	180 °C
미송통과 온도	190 °C (140 °C에서 세트포인트에 의해 제공됨)
기판 지지 부재 온도	690 °C
기판 온도	565 °C
샤워헤드/기판 지지 부재 간격	350 mils
챔버 압력	4 Torr
증착 시간	857 초/1000 Å 필름
Pb/(Zr + Ti) 필름 증착속도	1.15
Zr/(Zr + Ti) 필름 증착속도	0.30

작동시, 도 1에 도시된 바와 같은 CVD 시스템을 사용하여 PZT 필름을 제작하는 경우, 기화된 전구체는 상기 기판 지지 부재 상에 배치된 기판 상에 PZT를 증착시키도록 산소와 함께 CVD 챔버로 도입된다. 일실시예에서, Pb 전구체는 R 유동에서 0.25M Pb(thd)₂ 으로 구성되는 반면, Zr/Ti 전구체는 R 유동에서 0.060M Zr(OiPr)₂(thd)₂ + 0.040M Ti(OiPr)₂(thd)₂ 및 R 유동에서 0.020M Zr(OiPr)₂(thd)₂ + 0.080M Ti(OiPr)₂(thd)₂ 로 구성되고, 여기에서, R은 8:2:1의 THF:IPA:PMDETA로 이루어진 용매를 나타내고, 여기서, 테트라하이드로퓨란은 THF이고, 이소프로필 알콜은 IPA이고, 펜타메틸 디에틸렌트리아민은 PMDETA이다. Zr/Ti 전구체의 경우, Zr/Ti의 비는 바람직하게는 20/80 내지 60/40 정도의 범위이다.

본 발명은 PZT 전구체의 상대적으로 높은 분해를 진전시킨다는 점에서 보통 실용화된 PZT 증착 이상의 장점을 제공하여 재료 비용을 절감에 기여한다. 본 발명에 의해 제공된 다른 장점은 결합효율이 세개 요소(Pb, Zr, Ti) 모두에 알맞게 개선된다. 높은 결합효율과 관련하여, PZT 필름의 전체적인 증착속도도 증가된다. 또한, 본 발명은 세가지 요소 모두에 알맞은 공통 기화 온도 윈도우를 제공한다. 특히, Zr 전구체에 적합한 낮은 기화 온도는, Pb 및 Ti 전구체에 유사하게, 챔버에 유입하기 전에 Pb 및 Ti 전구체의 응축 및 분해를 방지하기 위한 추가 온도 제어를 갖는 필용성을 감소시키거나 제거한다.

본 발명에 의해 제공된 다른 장점은 증착된 PZT 필름으로 결합된 Zr 대 Ti의 복합 비율이 결합된 Zr + Ti 전구체에서 Zr 비율과 기판 프로세스 온도에 의해 제어될 수 있다는 것이다. 도 3은 PZT 필름에서 Zr/Ti 비율에 따른 기판 온도의 효과를 예시하는 그래프이다. 수평축은 결합된 Zr + Ti 전구체에 대한 Zr의 비율을 나타낸다. 수직축은 Zr + Ti 증착된 필름에 대한 Zr 조성의 비율을 나타낸다. 도 3은 4가지 기판 프로세스 온도, 450°C, 470°C, 540°C 및 580°C의 경우의 결과를 나타낸다. 도시된 바와 같이, Zr 조성은 기판 프로세스 온도가 감소함에 따라 증가한다. 따라서, 본 발명은 기판 온도 제어를 사용하여 PZT 필름을 요구된 Zr 조성으로 '선택'시키기 위해 제공한다. 또한, 본 발명은 낮은 기판 프로세스 온도에서도 PZT 필름으로 Zr의 높은 결합효율과, 전구체 내의 Zr 조성을 증가시키지 않고 낮은 기판 프로세스 온도에서 상대적으로 높은 Zr 조성을 갖는 PZT 필름의 형성을 제공한다.

저온에서 프로세스는 CVD 시스템 상에서 열적 부하를 감소시켜 소정의 작동 온도범위 내에 CVD 시스템을 유지하는 것과 관련된 비용을 절감시키는 장점을 제공한다. 저온에서 프로세스는 또한 프로세스용 기판

을 가열하거나 냉각시키기 위해 요구된 시간을 감소시킴으로써 생산량을 증가시킨다.

본 발명의 다른 특징은 개선된 필름 특성(예를 들어, 전기특성)을 야기시키는 필름 복합 재료를 제공한다. 또한, 프로세스 안정도가 향상된다. 따라서, 프로세스의 효율 및 생산품의 품질은 실질적으로 개선된다.

도 4는 3개의 기화기를 합체시킨 CVD 시스템(400)을 예시하는 도면이다. CVD 시스템(400)은 개별적인 전구체 소스가 각각의 개별적인 기화기에서 기화되는 것을 제외하고는 도 1과 관련하여 본 명세서에서 설명된 것들과 유사한 구성부품을 포함한다. CVD 시스템(400)은 Pb, Zr 및 Ti에 각각 적합한 전구체 소스에 연결된 세개의 기화기(30a, 30c, 30d)를 포함한다. 본 실시예는 개별적인 기화기를 개별적인 전구체에 제공하고 따라서 전구체 각각의 기화 온도에 적합한 개별적인 온도 제어를 제공한다.

Pb 전구체는 앰플(46)에 제공되어 액체 전송라인(48)을 통해 기화기(30a)에 연결된다. 액체 유량 제어기(LFC; 50)는 액체 전송라인(48) 상에 배치되어 기화기로 향하는 전구체 액체의 유속을 제어한다. 설프 밸브(52)는 액체 전송라인 상에 배치되어 필요할 때 역류를 차단하거나 또는 전구체 유동을 중지시킨다. Pb 앰플에 부가하여, 제1용매 앰플(54)은 Pb 앰플과 유사한 형태로, LFC(56)와 설프 밸브(58)와 함께 기화기에 유체소통식으로 연결된다. 유사하게, Zr 전구체는 앰플(66)에 제공되어 LFC(74) 및 설프 밸브(80)를 통해 기화기(30c)에 연결된다. 제2용매 앰플(54)도 LFC(56)와 설프 밸브(58)를 통해 기화기(30c)에 연결된다. Ti 전구체는 앰플(67)에 제공되어 LFC(75) 및 설프 밸브(81)를 통해 기화기(30d)에 연결된다. 제3용매 앰플(54)은 LFC(56)와 설프 밸브(58)를 통해 기화기(30d)에 연결된다. 기화기(30c, 30d)는 기화기(30a, 30b)의 경우에 상술된 바와 같이 유사한 구성부품(60, 61, 62, 63)을 포함한다. 하나 이상의 푸시 가스 소스(90)(하나 도시됨)는 Pb, Zr 및 Ti 앰플과 용매 앰플에 연결되어 푸시가스 압력(예를 들어, 약 20psi 내지 200psi)을 앰플 내의 전구체 또는 용매액체에 인가한다. CVD 시스템(400)의 작동은 상술된 CVD 시스템(10)에 유사하다.

본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였지만, 본 발명의 다른 기타 실시예는 본 발명의 기본 요지로부터 벗어나지 않고 변경될 수 있다. 본 발명의 요지는 다음 청구범위에 의해 결정된다.

발명의 효과

상기한 본 발명에 의해, 세 가지 모든 요소(Pb, Zr, Ti)에 적합한 결합효율이 개선될 수 있고, Pb, Zr 및 Ti 전구체에 적합한 유사하거나 공통의 기화온도를 사용하는 기관 상의 지르콘산염 티탄산납(PZT) 필름의 유기금속 화학기상증착을 수행할 수 있다. 또한, 상기한 본 발명에 의해, 증착속도, 생산율 및 재료 결합효율과 같은 상업적 생산요구를 만족시킬 수 있는 장점을 제공한다.

(5) 청구의 범위

청구항 1. 유체소통식으로 연결된 하나 이상의 기화기를 갖는 화학기상증착 챔버에서 기관 상에 지르콘산염 티탄산납(PZT) 필름을 형성하기 위한 방법에 있어서,

a) 납 비스 (테트라메틸 헵타네티오네이트), 지르코늄 비스 (테트라메틸 헵타네티오네이트) 비스 (이소프로폭시) 및 티탄 비스 (테트라메틸 헵타네티오네이트) 비스 (이소프로폭시)를 기화시키는 단계와,

b) 기화된 납 비스 (테트라메틸 헵타네티오네이트), 지르코늄 비스 (테트라메틸 헵타네티오네이트) 비스 (이소프로폭시) 및 티탄 비스 (테트라메틸 헵타네티오네이트) 비스 (이소프로폭시)를 상기 챔버 내로 도입하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 하나의 기화기에서 기화되는 방법.

청구항 3. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 세 개의 개별적인 기화기에서 독립적으로 기화되는 방법.

청구항 4. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$ 는 제 1기화기에서 기화되고, 상기 $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 제 2기화기에서 기화되는 방법.

청구항 5. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 용매와 함께 기화되는 방법.

청구항 6. 제 1항에 있어서,

유기성 스트레이트-체인 탄화수소, 에테르, 케톤 및 알콜의 그룹으로부터 선택된 하나 이상의 화학물질과 에틸렌디아민 및 펜타메틸디에틸에테리아민으로부터 선택된 하나 이상의 첨가제로 이루어진 용매와 함께 상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 가 기화되는 방법.

청구항 7. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는

- i) 테트라하이드로퓨란(THF),
- ii) 이소프로필 알콜(IPA), 및

iii) 펜타메틸디에틸에테리아민(PMDETA) 을 포함하는 용매와 함께 기화되는 방법.

청구항 8. 제 7항에 있어서,

상기 THF 대 상기 IPA 대 상기 PMDETA의 비율은 약 8:2:1인 방법.

청구항 9. 제 1항에 있어서,

상기 $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는

i) 약 0.06M $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 약 0.04M $Ti(OiPr)_2(thd)_2$: 및

ii) 약 0.02M $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 약 0.08M $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 을 포함하는 방법.

청구항 10. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 약 0.01M 내지 10M의 몰농도를 갖는 방법.

청구항 11. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 약 0.1M 내지 0.5M의 몰농도를 갖는 방법.

청구항 12. 제 1항에 있어서,

c) 상기 기화된 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 를 상기 CVD 챔버로 유동시키기 위하여 하나 이상의 기화가 내로 운반가스를 도입시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 13. 제 1항에 있어서,

c) 상기 기화된 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 를 상기 CVD 챔버 내로 도입하는 동안 상기 CVD 챔버 내로 산소를 도입시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 14. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 하나 이상의 기화기에서 약 100°C 내지 약 300°C의 온도에서 기화되는 방법.

청구항 15. 제 1항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 하나 이상의 기화기에서 약 180°C 내지 약 220°C도의 온도에서 기화되는 방법.

청구항 16. 제 1항에 있어서,

상기 기판의 온도는 증착 공정 동안 약 250°C 내지 약 750°C의 온도로 유지되는 방법.

청구항 17. 제 1항에 있어서,

상기 기판의 온도는 증착 공정 동안 약 500°C 내지 약 600°C의 온도로 유지되는 방법.

청구항 18. 제 1항에 있어서,

상기 챔버의 압력은 약 0.1 토르 내지 약 100 토르로 유지되는 방법.

청구항 19. 제 1항에 있어서,

상기 챔버의 압력은 약 1 토르 내지 약 10 토르로 유지되는 방법.

청구항 20. 제 1항에 있어서,

상기 챔버 내에서 가스 분배기와 기판 지지 부재 사이의 거리는 약 100mils 내지 약 800mils 인 방법.

청구항 21. 기판 상에 지르콘산염 티탄산납(PZT) 필름을 형성하기 위한 장치에 있어서,

a) 가스 분배 시스템과 기판 지지체를 갖는 CVD 챔버와,

b) 상기 CVD 챔버의 가스 분배 시스템에 유체소통식으로 연결되고 각각이 온도 제어기를 각각 포함하는 하나 이상의 기화기와,

c) 상기 CVD 챔버의 가스 분배 시스템에 유체소통식으로 연결된 산소가스 소스와, 그리고

d) 하나 이상의 기화기에 유체소통식으로 연결되고, $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 으로 구성되고, 상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 상기 기화기 내에서의 약 100°C 내지 약 300°C의 기화 온도에서 기화되는 하나 이상의 전구체 소스를 포함하는 장치.

청구항 22. 제 21항에 있어서,

각각의 상기 온도 제어기는 기화 온도를 약 180°C 내지 약 220°C로 제어하는 장치.

청구항 23. 제 21항에 있어서,

각각의 상기 하나 이상의 기화기는 운반 가스용 가스 입구를 포함하는 장치.

청구항 24. 제 21항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$ 전구체 소스는 제 1질량 유동 제어기를 통해 상기 제 1기화기에 유체소통식으로 연결되고, 상기 $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 전구체 소스는 제 2질량 유동 제어기를 통해 상기 제 2기화기에 유체소통식으로 연결되는 장치.

청구항 25. 제 21항에 있어서,

e) 상기 하나 이상의 기화기에 유체소통식으로 연결된 하나 이상의 용매 소스를 더 포함하는 장치.

청구항 26. 챔버 내의 기판 상에 PZT 필름을 형성하기 위한 기화가능한 전구체에 있어서,

a) $Pb(thd)_2$,

b) $Zr(OiPr)_2(thd)_2$

c) $Ti(OiPr)_2(thd)_2$, 및

d) 용매를 포함하는 전구체.

청구항 27. 제 26항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 약 0.01M 내지 약 10M의 용농도를 갖는 전구체.

청구항 28. 제 26항에 있어서,

상기 $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는 약 0.1M 내지 약 0.5M의 용농도를 갖는 전구체.

청구항 29. 제 26항에 있어서,

상기 $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 는

i) 약 0.06M $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 약 0.04M $Ti(OiPr)_2(thd)_2$; 및

ii) 약 0.02M $Zr(OiPr)_2(thd)_2$ 및 약 0.08M $Ti(OiPr)_2(thd)_2$ 를 포함하는 전구체.

청구항 30. 제 26항에 있어서,

상기 용매는

i) 테트라하이드로퓨란(THF),

ii) 이소프로판 알콜(IPA), 및

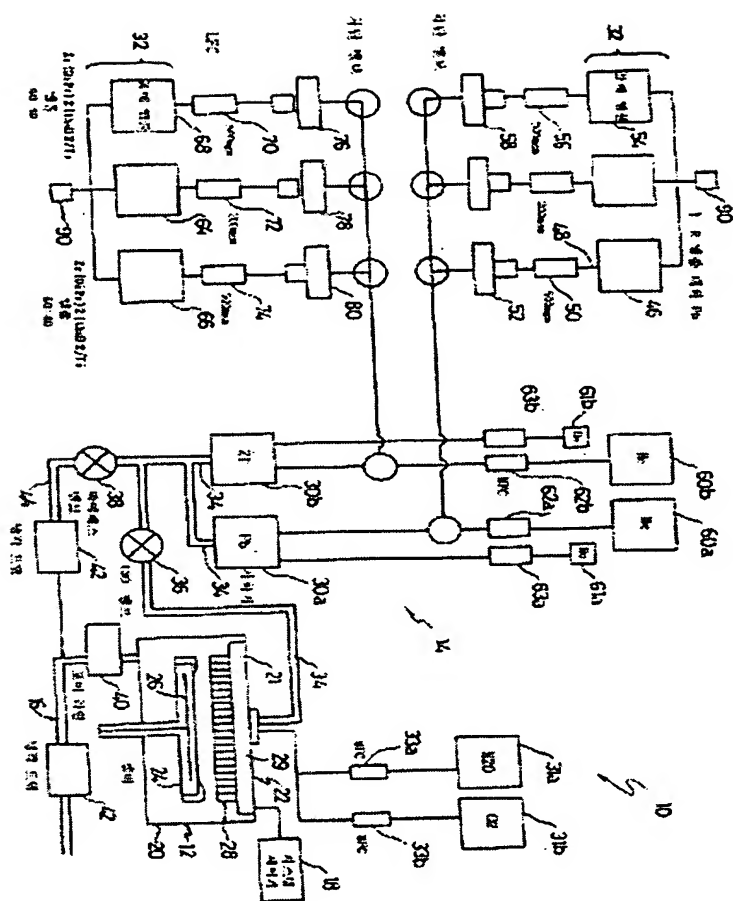
iii) 펜타메틸디에틸에네트리아민(PMDETA)을 포함하는 전구체.

청구항 31. 제 30항에 있어서,

상기 THF 대 상기 IPA 대 상기 PMDETA 의 비는 약 8:2:1 인 전구체.

도면

도 11



CVD PZT 기가-캡 센추라

Zr/Ti 필름비에 대한 웨이퍼 온도의 효과

PZT 전구체: $Pb(thd)_2$, $Zr(OiPr)_2(thd)_2$, $Ti(OiPr)_2(thd)_2$

